

Уравнения (13) и (14) могут быть использованы для определения отношения  $P/Q$  и при обкатке закаленных сталей. Однако надо иметь в виду, что для определения  $f(\gamma)$  необходимо оптимизировать значение угла вдавливания шарика в обкатываемую при этих условиях поверхность.

Резюме. Приведенная методика расчета позволяет оценить соотношение усилий упругой и пластической деформаций при осуществлении процесса обкатки металлических поверхностей шариками. Как показывают расчеты, усилие, необходимое для осуществления упругой деформации незакаленных поверхностей, составляет лишь несколько процентов от общего усилия обкатки и в практических расчетах может не учитываться.

#### Л и т е р а т у р а

1. Айнбиндер С.Б. О площади контакта между трущимися телами. - "Изв. АН СССР. Механика и машиностроение", 1962, №6.
2. Бабук В.В. К расчету нормального усилия обкатки и раскатки поверхностей шариками. - "Изв. АН БССР, сер. физ.-техн. наук", 1975, №3.
3. Крагельский И.В. Трение и износ. М., 1968.
4. Тимошенко С.П. Сопrotивление материалов. Т. II. М., 1965.

УДК 621.002.54

Г.Я. Беляев, канд. техн. наук

### ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРА ИЗМЕНЕНИЯ МИКРОТВЕРДОСТИ САМОФЛЮСУЮЩИХСЯ СПЛАВОВ ПРИ АБРАЗИВНОМ ИЗНАШИВАНИИ

Изучение микротвердости нанесенных износостойких покрытий производилось на микротвердомере ПМТ-3 с нагрузкой на алмазную пирамиду 0,98Н, для чего предварительно подготавливался шлиф из исследуемого материала. Измерения производились в направлении, нормальном к нанесенной поверхности. Время выдержки составляло 15 с, расстояние между центрами двух соседних уколов принималось равным 0,05 мм. Необходимо отметить, что сплавы СНГН, НЖ1 и ПГ-ХН80 СР4 обладают достаточно высокой агрегатной твердостью, но имеют сравнительно низкую микротвердость. Это можно объяснить тем, что в процессе напыления бор и кремний вследствие низкого удельного веса выдуваются на периферию плазменного факела.

Агрегатная твердость сплава составляла СНГН-НРС 58... 60, ПГ-ХН80СР4-НРС-54... 58, НЖ1-НРС 56... 62, ПГ-ХН80СР3-НРС-42... 46, ПГ-ХН80-СР2-30... 35. В то же

время микротвердость сплавов, определенная при нагрузке 0,98Н, равнялась: СНГН-882 · 10<sup>7</sup> Па, ПГ-ХН80СР4 – 744,2 · 10<sup>7</sup>, ПГ-ХН80СР3 – 607,6 · 10<sup>7</sup>, ПГ-ХН80СР2 – 480 · 10<sup>7</sup> Па.

Одновременно были проведены исследования микротвердости отдельных составляющих самофлюсующихся твердых сплавов на травленных шлифах с нагрузкой на алмазную пирамиду 0,186Н при увеличении в 550 раз. Как оказалось, наибольшей твердостью (3820...2700) · 10<sup>7</sup> Па обладают карбобориды. Были выявлены также бориды хрома с твердостью (2350...1760) · 10<sup>7</sup> Па, карбиды хрома и сложная эвтектика с твердостью соответственно (1370...1000) · 10<sup>7</sup> и (842...665) · 10<sup>7</sup> Па. Кроме отмеченных, в структуре самофлюсующихся твердых сплавов присутствуют и другие более мелкие включения. Однако измерить их твердость не удалось.

До настоящего времени нет установившегося мнения о характере изменения микротвердости при абразивном изнашивании. Предполагается, что микротвердость пластичных материалов может возрасти в 2...2,5 раза, быть неизменной или уменьшаться. Так, микротвердость резко возрастает при трении 0,7...1 м, достигает максимума на пути 7...14 м и в дальнейшем остается неизменной. Глубина наклепа достигает 0,03 мм. Наиболее склонны к упрочнению отожженные стали с равновесной структурой или со структурой переохлажденного аустенита. Малое упрочнение (7...30%) характерно для высокодисперсных структур феррито-карбидной смеси.

Проведенные нами исследования изношенных об электрокорундовую шкурку поверхностей образцов из цементированной стали 20 показали, что микротвердость изношенных поверхностей в 1,2...1,3 раза выше микротвердости тех же поверхностей до изнашивания. Аналогичное исследование поверхностей трения самофлюсующихся сплавов позволило установить, что микротвердость последних практически не претерпевает изменений в процессе изнашивания (в зоне принятых условий испытаний). Это можно объяснить тем, что исследуемые сплавы практически не воспринимают наклепа. Необходимо отметить, что измерения микротвердости изношенных абразивными частями поверхностей сопряжены с резким увеличением погрешности измерений.

**Резюме.** Микротвердость изношенных абразивом образцов из стали 20 в 1,2...1,3 раза выше микротвердости тех же образцов до изнашивания. Не воспринимающие наклеп поверхности самофлюсующихся сплавов не показали заметного изменения микротвердости при абразивном изнашивании.

А.А. Королько, канд.техн.наук,  
Г.М. Яковлев, докт.техн.наук,  
В.С. Ивашко, Л.А. Круковский

## ИССЛЕДОВАНИЕ НЕКОТОРЫХ СВОЙСТВ НАПЫЛЕННЫХ И ПОДВЕРГНУТЫХ ПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ ПОКРЫТИЙ

Наибольший эффект при упрочнении деталей машин металлизацией достигается при использовании в качестве упрочняющих материалов твердых самофлюсующихся сплавов на основе никеля, содержащих бор, хром, кремний и углерод. Упрочненные такими сплавами поверхности имеют высокую износостойкость в различных условиях эксплуатации. Кроме того, оплавление обеспечивает высокую прочность сцепления напыленного слоя с основанием детали.

Нами проведены работы по исследованию некоторых физико-механических свойств напыленных покрытий сплавом ПГ-ХН80СР4, подвергнутых высокотемпературной пластической деформации, с целью исключения операции оплавления и улучшения качества нанесенных покрытий, а также более равномерного распределения припусков под механическую обработку. Использовались образцы типа вала длиной 300 мм и диаметром 60 мм. Напыление образцов производилось с помощью металлизационной установки типа УМП-4-64 при оптимальных режимах, обеспечивающих качественное покрытие (ток дугового разряда 200 А, напряжение 100 В, дистанция напыления 150 мм). Грануляция порошкового сплава находилась в пределах 40-160 мкм. Образцы перед напылением подвергались дробеструйной обработке стальной дробью. Толщина напыленного слоя находилась в пределах 1,0 - 1,2 мм на сторону.

Исследования по выбору оптимальных режимов обкатки проводились на токарно-винторезном станке модели 1А62 с использованием специального приспособления для обкатки, смонтированного в резцедержателе, которое позволяло в широких пределах регулировать усилие обкатки. Диаметр ролика составлял 80 мм с радиусом кривизны 10 мм. Температура нагрева образца измерялась с помощью оптического пирометра. Температура обкатки устанавливалась с учетом количества тепла, возникающего в результате контакта двух твердых тел, а также температуры плавления напыленного сплава (1230 - 1280 К).